



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 42 43 087 A 1**

⑤① Int. Cl.⁵:
G 01 M 17/00
B 60 S 5/00
G 01 M 1/38
G 05 D 23/00
G 01 B 21/26
// B23B 5/02

⑳ Aktenzeichen: P 42 43 087.9
㉔ Anmeldetag: 18. 12. 92
㉕ Offenlegungstag: 24. 6. 93

DE 42 43 087 A 1

③⑩ Unionspriorität: ③② ③③ ③①
20.12.91 US 811510

㉑ Anmelder:
FMC Corp., Chicago, Ill., US

㉒ Vertreter:
Bardehle, H., Dipl.-Ing.; Dost, W., Dipl.-Chem.
Dr.rer.nat.; Altenburg, U., Dipl.-Phys., Pat.-Anwälte;
Geißler, B., Dipl.-Phys.Dr.jur., Pat.- u. Rechtsanw.;
Rost, J., Dipl.-Ing.; Bonnekamp, H.,
Dipl.-Ing.Dipl.-Wirtsch.-Ing.Dr.-Ing., Pat.-Anwälte;
Pagenberg, J., Dr.jur.; Frohwitter, B., Dipl.-Ing.,
Rechtsanwälte, 8000 München; Kahlhöfer, H.,
Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 4000 Düsseldorf

㉓ Erfinder:
Rogers, Steven W., Maumelle, Ark., US; Dale,
James L., Jr.; Casby, Alan D., Conway, Ark., US; De
Bellefeuille, Jean O.W., Maumelle, Ark., US

⑤④ Expertensystem für Kfz-Serviceausrüstungen

⑤⑦ Ein Kfz-Service-Gerätesystem zur Messung von Charakteristiken von Fahrzeugen oder Fahrzeugkomponenten wird angegeben, das ein Experten-System enthält, so daß Mechaniker mit allen Fertigungsgraden das System effizient und verhältnismäßig fehlerfrei betreiben können. Solche Systeme wie Fahrzeuggradausrichter, Fahrzeuggradauswuchteinrichtungen und Fahrzeugbremsen-Drehbänke werden in Verbindung mit einem entsprechenden Experten-System beschrieben.

DE 42 43 087 A 1

Zusammenfassung der Erfindung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung zur Bereitstellung fachmännischer Anleitung für einen Mechaniker zum Betreiben eines Kfz-Service-Gerätesystems, das System-Ausgangssignale erzeugt. Hierzu gehört eine Wissensbasis zur Erstellung von Regeln bezüglich der Arbeitsweise eines spezifischen Kfz-Service-Gerätesystems. Ferner gehört dazu ein Schlußfolgerungssystem das auf der Grundlage der Wissensbasis-Regeln und der System-Ausgangssignale arbeitet und Schlußfolgerungs-Signale bezüglich der Arbeitsweise des spezifischen Kfz-Service-Gerätesystems erzeugt. Zusätzlich ist eine Systemsteuerung so verbunden, daß sie die Schlußfolgerungs-Signale empfängt, und eine an die Systemsteuerung angeschlossene Vorrichtung ist vorgesehen zur Anzeige von fachmännischen Anleitungsmittelungen und Mechaniker-Anweisungen entsprechend den Schlußfolgerungs-Signalen.

Ferner bezieht sich die vorliegende Erfindung auf eine Einrichtung zur Bereitstellung von fachmännischer Anleitung sowie zur Echtzeitsteuerung für ein Kfz-Service-Gerätesystem zur Messung und Einstellung von Betriebscharakteristiken eines spezifischen Kraftfahrzeugs. Hierzu gehört eine Wissensbasis zur Erstellung von Regeln bezüglich der Betriebsweise eines spezifischen Kfz-Gerätesystems und den spezifischen Betriebscharakteristiken des Fahrzeugs. Eingeschlossen ist auch ein Schlußfolgerungssystem, das auf der Grundlage der Wissensbasisregeln und der gemessenen Betriebscharakteristiken arbeitet, wobei Schlußfolgerungs-Signale bezüglich des spezifischen Kfz-Gerätesystems und der Betriebscharakteristiken des spezifischen Kraftfahrzeugs erzeugt werden. Außerdem ist eine Systemsteuerung eingeschlossen, die mit dem spezifischen Kfz-Service-Gerätesystem verbunden ist, um die Schlußfolgerungs-Signale zu empfangen, sowie eine an die Systemsteuerung angeschlossene Vorrichtung zur Erzielung einer Echtzeitsteuerung der Einstellung der Betriebscharakteristiken in Übereinstimmung mit den Schlußfolgerungs-Signalen.

Außerdem bezieht sich die vorliegende Erfindung auf eine Einrichtung zur Verwendung mit einem Kfz-Service-Gerätesystem, das von Mechanikern verschiedener Fertigungsstufen, ggf. von Mechanikern geringer Fertigkeit, fehlerhaft betrieben wird. Es ist eine Wissensbasis vorgesehen, die Regeln bezüglich des fachmännischen Betriebes eines spezifischen Kfz-Service-Gerätesystems erstellt, wobei das spezifische Kfz-Service-Gerätesystem Systemausgangssignale erzeugt. Eingeschlossen ist ein Schlußfolgerungssystem das aufgrund der Regeln der Wissensbasis und der Systemausgangssignale arbeitet, so daß Schlußfolgerungs-Signale bezüglich der Arbeitsweise eines spezifischen Kfz-Service-Gerätesystems erzeugt werden. Außerdem ist eine Systemsteuerung in dem spezifischen Kfz-Service-Gerätesystem eingeschlossen und so verbunden, daß sie die Schlußfolgerungs-Signale empfängt, zusammen mit einer mit der Systemsteuerung verbundenen Vorrichtung zur Anzeige von Anleitungsmittelungen und Bedieneranweisungen, um effizienten Betrieb des spezifischen Kfz-Service-Gerätesystems zu erzielen und Systembetriebsfehler für praktisch alle Stufen der Fertigkeit der Mechaniker auf ein Minimum zu reduzieren.

Fig. 1 ist ein Blockdiagramm der vorliegenden Erfindung.

Fig. 2 ist ein Blockdiagramm der vorliegenden Erfindung in der Form eines Kfz-Service-Radausrichtsystems.

Fig. 3 ist ein Blockdiagramm der vorliegenden Erfindung in der Form eines Kfz-Service-Bremsendrehbanksystems.

Fig. 4 ist ein Blockdiagramm der vorliegenden Erfindung in der Form eines Kfz-Service-Radauswuchtsystems.

Fig. 5 ist ein Diagramm der Ein- und Ausgänge für ein Kfz-Service-Gerätesystem der vorliegenden Erfindung.

Fig. 6 ist ein Diagramm der Ein- und Ausgänge für ein Kfz-Service-Bremsendrehbanksystems der vorliegenden Erfindung.

Fig. 7 ist ein Diagramm der Ein- und Ausgänge eines Kfz-Service-Radauswuchtsystems der vorliegenden Erfindung, und

Fig. 8 ist ein Diagramm der Ein- und Ausgänge eines Kfz-Service-Radausrichtsystems der vorliegenden Erfindung.

Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele

Da Kfz-Service-Gerätesysteme immer komplexer werden, müssen sie den Systembedienern mehr Hilfestellung geben, da es Bediener der Systeme auf allen Stufen der Fertigkeit gibt, von den unerfahrensten bis zu den fachmännischsten. Früher hat man dem Systembetreiber feste Listen von Verfahren angezeigt, wobei die Listen der Verfahren auf üblichen Umständen beruhen, jedoch beim Auftreten ungewöhnlicher Umstände nicht in der Lage sind, eine sinnvolle Anweisung zu geben. Darüber hinaus sind bestimmte Systembetreiber in der Lage, ohne Schwierigkeiten das System zu betreiben und die Charakteristiken bezüglich eines spezifischen Kraftfahrzeugs einzustellen, während andere Mechaniker mit geringerer Erfahrung den Betrieb des Systems jenseits ihrer Fähigkeiten finden können, selbst bei Vorhandensein der oben erwähnten Listen von Verfahrensschritten, die in einer Anzeige verfügbar sind. Das Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, fachmännisches oder fast fachmännisches Betreiben von Kfz-Service-Gerätesystemen bei der Diagnose und der Einstellung von Fahrzeugcharakteristiken zu erzielen, wenn das System von Personen mit sehr unterschiedlichen Fertigungsgraden betrieben wird. Expertensysteme sind in vielen Gebieten verwendet worden, von der Zubereitung von Nahrungsmitteln bis zum Entwurf von Zellen für Überschallflugzeuge. Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf den Einsatz eines Expertensystems bei Kfz-Service-Gerätesystemen zwecks Zulassung von Systembedienern jeglichen Fertigungsgrades.

Ein Expertensystem enthält eine Wissensbasis (Datenbasis), die einen Satz von Regeln mit Bezug auf ein spezifisches Gebiet verkörpert, zum Beispiel Kfz-Radausrichtung, Radauswuchtung oder Wiederaufarbeitung von Teilen von Wagenbremsen. Die Wissensbasis wird durch Aufnahme der Informationen von Experten in dem zugehörigen Gebiet in eine Datenbasis erzeugt. Mit der Wissensbasis ist ein Software-Programm gekoppelt, das Schlußfolgerungssystem genannt wird. Es arbeitet aufgrund der Regeln in der Wissensbasis zusammen mit Eingangssignalen, die von anderen Datenbasen und/oder von Informationen erhalten werden, die

von dem Kfz-Service-Gerätesystem gesammelt werden. Die Ausgangssignale des Kfz-Service-Gerätesystems werden daher Eingangssignale, die, zusammen mit den Regeln in der Wissensbasis und verarbeitet von dem Schlußfolgerungssystem, Schlußfolgerungen erzeugen, die dann dem Systembetreiber mitgeteilt werden können, wodurch dem Betreiber fachkundige Anleitung bereitgestellt wird ohne Rücksicht auf den persönlichen Fähigkeitsgrad des Mechanikers beim Betreiben eines spezifischen Kfz-Service-Gerätesystems. Die Schlußfolgerungen können die Form von Steuerfunktionen für die Echtzeitsteuerung von Systemkomponenten haben, oder die Form von Informationen bezüglich der Arbeitsweise des Systems, die dem Systembetreiber angezeigt werden können, oder die Form von Mechaniker-Anweisungen, die dazu dienen können, den Mechaniker durch eine Zahl von Schritten beim Messen und Einstellen der Fahrzeugparameter zu führen, die von dem betreffenden System behandelt werden.

In Fig. 1 ist ein Blockdiagramm des Systems dargestellt, das die vorliegende Erfindung repräsentiert. Ein Kfz-Service-Gerätesystem 10 bezüglich einer Einrichtung zur Messung der Charakteristiken eines Fahrzeugs oder einer Fahrzeugkomponente ist mit einem System-einstellungs- und -meßteil 11 dargestellt, der mit einer Systemsteuerung 12 verbunden ist, die Bezugsdaten, Eichfaktoren, Rechenoperationen für Verwendung mit den Systemmessungen, Systemdiagnoseregeln usw. enthält. In der Systemsteuerung 12 ist auch ein Schlußfolgerungssystem 13 und eine Wissensbasis 14 vorgesehen, die wie oben beschrieben zusammenarbeiten. Das System 10 enthält oft periphere Geräte 16, die Eingangssignale für die Systemsteuerung 12 erzeugen können oder von dieser Ausgangssignale empfangen. Man kann erkennen, daß der Datenfluß zwischen der Systemsteuerung 12 und dem Systemeinstellungs- und -meßteil 11, sowie zwischen der Systemsteuerung und den peripheren Einrichtungen 16 in beiden Richtungen verläuft. Die peripheren Einrichtungen können eine Anzeige wie etwa eine Graphikdarstellung, einen Drucker, Lautsprecher, Eingangsprogramme usw. enthalten, die Daten an die Systemsteuerung liefern und von dieser Daten empfangen. Wie oben erörtert, werden die Wissensbasisregeln in der Wissensbasis 14 zusammen mit den gemessenen Größen von dem Systemeinstellungs- und -meßteil 11 oder anderen Systemeingängen von dem Programm verarbeitet, das in dem Schlußfolgerungssystem 13 enthalten ist, um Schlußfolgerungs-Signale oder Ausgänge zu erzeugen, die Expertenschlußfolgerungen in Betracht der in der Wissensbasis 14 enthaltenen Expertenkenntnisse darstellen.

Die Schlußfolgerungs-Signale oder Ausgänge von dem Expertensystemteil der Systemsteuerung 12 werden dann Anzeigeeinrichtungen zugeführt, die in den peripheren Einrichtungen 16 enthalten sind, um von Mechanikern beobachtet zu werden, oder dem Systemeinstellungs- und -meßteil 11 zugeführt zum Zwecke der Echtzeitsteuerung von Systemkomponenten in Übereinstimmung mit den kombinierten Systemmeßausgängen und den Wissensbasisregeln.

Das in dem Schlußfolgerungssystem 13 von Fig. 1 enthaltene Programm wird aufgrund der Kenntnisse über ein spezifisches Kfz-Service-Gerätesystem erzeugt. Die Eingangsveränderlichen werden durch den Systemeinstellungs- und -meßteil 11 erhalten, und die Identifizierung und räumliche Zuordnung der Veränderlichen innerhalb der Systemgrenzen. Andere Eingangsveränderliche können von äußeren Quellen in das

System eingegeben werden. Die Wissensbasis 14 enthält Regeln, die spezifisch für das vorliegende Kfz-Service-Gerätesystem und die verschiedenen Typen und Modelle von Fahrzeugen sind, an denen das System funktionieren soll. Ferner müssen die oben erwähnten Ausgangs- oder Schlußfolgerungssignale identifiziert werden, die verfügbar und von Interesse sind.

Mit dieser Information schreibt ein Programmierer das Programm für das Schlußfolgerungssystem 13. Alternativ ist von der Firma Information Builders Incorporated in New York ein Expertensystem-Software-Programm verfügbar, das "Level Five" (TM) heißt und in einer regelbasierten Sprache geschrieben ist, um das Betriebsprogramm zu erzeugen, das das Schlußfolgerungssystem darstellt. In jedem Fall erhält der Programmierer die Identität der gemessenen Systemveränderlichen und den Ort ihres Auftretens im System und erhält dann den Satz von Regeln für die Wissensbasis, die für das jeweilige spezifische System erforderlich ist. Nachdem er dann die Ausgangssignale erhalten hat, die erforderlich und/oder verfügbar sind, schreibt der Programmierer das Betriebsprogramm, das in dem Schlußfolgerungssystem enthalten ist, um dadurch die Eingangssignale in die Regeln einzuführen und die Ausgangs- oder Schlußfolgerungssignale zusammen mit Wahrscheinlichkeiten der Richtigkeit der Schlußfolgerung zu erhalten.

Es sollte beachtet werden, daß ein Kfz-Ausrichtsystem, ein Kfz-Auswuchtsystem, und eine Kfz-Bremsendrehbank sämtliche Komponenten innerhalb des spezifischen Kfz-Service-Gerätesystems, das von dem System gesteuert werden soll, enthalten. Zum Beispiel, einen Lautsprecher in einem Ausrichtsystem, den Montierwellenantriebsmotor in einer Radauswuchteinrichtung, und Antriebskomponenten für das Schneidwerkzeug einer Bremsendrehbank für ein Bremsenteil. Bei allen drei Systemen muß man gleicherweise mit verschiedenen Graden der Fähigkeit und der Genauigkeit des Betriebes rechnen, normalerweise in direkter Beziehung zu der Erfahrung des Mechanikers. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung enthalten daher alle drei Systeme fachkundige Anleitungsanzeigen, die von den Schlußfolgerungs-Signalen abhängen, die von der Systemsteuerung 12 als Resultat des Zusammenwirkens des Schlußfolgerungssystems 13 und der Wissensbasis 14 mit den Eingängen von der Systemdatenbasis und den gemessenen Eingangsgrößen vom Meßteil 11 des Gesamtsystems 10 erhalten werden.

Wendet man sich nun Fig. 2 zu, erkennt man ein Kfz-Service-Gerätesystem 10, dargestellt durch ein fortschrittliches Fahrzeuggradausrichtsystem enthaltend die Systemsteuerung 12, Schlußfolgerungssystem 13 und Wissensbasis 14; wie oben in Verbindung mit der Beschreibung von Fig. 1 erwähnt. Der Systemeinstellungs- und -meßteil, der allgemein mit 11 in Fig. 2 bezeichnet ist, enthält beispielsweise Ausrichtköpfe 17 und 18, die repräsentativ für montierte Fahrzeugradköpfe sind, die mit dem System mit Hilfe von Leitungen 19 oder drahtlos übermittelter Energie 21 gekoppelt sind. Die übertragene Energie kann Infrarotübertragung oder Übertragung in einem anderen Teil des elektromagnetischen Spektrums sein. Eine Fühler-Schnittstellensteuerung 22 ist dargestellt, die die Systemeingangssignale konditioniert und sie mit der Systemsteuerung 12 verbindet. Die Funktion der Fühler-Schnittstellensteuerung ist vollständig beschrieben in der anhängigen Patentanmeldung mit dem Titel Wheel Alignment System, US-Serial No. . . . des gleichen Anmelders wie die vorliegende Er-

findung.

Wie man außerdem aus Fig. 2 erkennt, sind auch eine Tastatur 23, ein optischer Fühler 24 und Lautsprecher 26 mit der Fühler-Schnittstellensteuerung 22 verbunden. Die Tastatur 23 dient zur Eingabe von Instruktionen eines Systembetreibers an die Fühler-Schnittstellensteuerung, der optische Fühler 24 dient zum Empfang von optischen Steuersignalen des Systems und zu ihrer Ankopplung an das System 10, und Lautsprecher 26 dienen zur Bereitstellung hörbarer Information und Instruktion an einen Systembetreiber.

Das Kfz-Service-Gerätesystem 10 von Fig. 2 hat auch eine Anzahl von peripheren Vorrichtungen, wie dargestellt, einschließlich einer Kompaktdisk (CD-ROM) Steuerung 28 mit einem gesteuerten CD-Laufwerk 29 in Verbindung mit der Systemsteuerung 12 zur Erzeugung eines Audioausgangs an die Fühler-Schnittstellensteuerung 22 zur Konditionierung und Zuführung an die Lautsprecher 26. Zusätzlich ist eine Graphikdarstellungssteuerung 31 in Verbindung mit der Systemsteuerung 12 dargestellt, die auch einen Systemmonitor 32 beaufschlagt zur sichtbaren Darstellung von fachkundigen Instruktionen und Bedieneranweisungen des Systems. Eine Eingangs- und Ausgangssteuerung 33 für eine Festplatte und eine Floppy-Disk ist ebenfalls in Verbindung mit der Systemsteuerung 12 dargestellt. Ein Festplattenlaufwerk 34 und ein Floppy-Disk-Laufwerk 36 sind mit der Steuerung 33 verbunden dargestellt, um die Disketten anzutreiben, die Information zur Übertragung zur Systemsteuerung 12 enthalten. Ein zusätzliches Anzeigegerät ist durch den Drucker 37 repräsentiert, der mit der Steuerung 33 verbunden ist, und ein Kommunikationsanschluß 38 ist vorgesehen, um das System 10 zusätzlich in Wirkverbindung mit systemexternen Eingängen und Datenbasen zu bringen. Die Systemsteuerung in dem Kfz-Service-Gerätesystem 10 nach Fig. 2 enthält beispielsweise eine Datenbasis mit Fahrzeugkennndaten, Eichfaktoren, Algorithmen für die Ausrichtberechnungen, Systemdiagnoseregeln usw. Die Kombination der Systemausgangssignale, die mit der Systemsteuerung 12 verbunden sind und mit den Regeln in der Wissensbasis 14 kombiniert werden, werden von dem Programm des Schlußfolgerungssystems 13 verarbeitet, um die oben erwähnten Schlußfolgerungs-Signale des Systems zu erzeugen, die ihrerseits Echtzeitsteuerung von Systemkomponenten, die fachmännische Anleitung des Systembetreibers in den Ausrichtverfahren und Verfahrensweisungen für den Mechaniker bewirken.

Bezugnehmend auf Fig. 3 ist ein Kfz-Service-Gerätesystem 10 gezeigt, das von einem Bremsendrehbanksystem zur Wiederaufarbeitung eines Scheibenbremsenteils 31 repräsentiert ist. Die folgende Beschreibung des Systems 10 ist für jegliche Type eines Bremsenteils (wie eine Bremsstrommel) ebenso gültig wie für die Wiederaufarbeitung der Scheibe 41. Eine Systemsteuerung 12, enthaltend ein Schlußfolgerungssystem 13 und eine Wissensbasis 14, ist in dem System enthalten in Verbindung mit einem Motor 42 mit einer Antriebswelle 43. Die Welle 43 treibt eine Kupplung 44, die in Verbindung mit der Systemsteuerung 12 steht. Die Kupplung 44 dient zum Übertragen von Energie von der Motorwelle 43 auf eine Spindel 46, auf die die Bremsscheibe 41 montiert ist, und kann von irgendeiner von mehreren bekannten Typen sein. Die Bremsscheibe ist auf der Spindel mit Hilfe einer Befestigungsmutter 47 montiert. Ein Schneidwerkzeug 48 ist vorgesehen, um die Oberfläche der Bremsscheibe 41 spanend zu bearbeiten, und

ist in Fig. 3 so dargestellt, daß es beide Seiten der Bremsscheibe gleichzeitig bearbeiten kann. Der Temperaturfühler 49 ist nahe der Spitze des Schneidwerkzeugs 38 befestigt, um die Temperatur der Schneidkante des Werkzeugs abzufühlen. Der Temperaturfühler 49 steht in Verbindung mit der Systemsteuerung 12. Ein Fühler 51 für die Schnittdimension ist auf dem Schneidwerkzeug 48 montiert dargestellt und gibt solche Information wie die Dicke der bearbeiteten Scheibe, die Oberflächeneigenschaft der Scheibe usw. Der Fühler 51 steht ebenfalls mit der Systemsteuerung 12 in Verbindung. Der Fühler 51 kann auch mit einer Steuerung für die Scheibenschnitttiefe kombiniert sein, um auch für eine vorbestimmte Schnitttiefe des Werkzeugs 48 sowie der Scheibenschnitttiefe zu sorgen, wenn diese Messungen für das durch das Bremsendrehbanksystem der Fig. 3 repräsentierte Kfz-Service-Gerätesystem 10 von Interesse sind.

In Fig. 3 ist ein Motor 52 in Verbindung mit der Systemsteuerung 12 dargestellt, wobei der Motor 52 eine Führungsschraubenwelle 53 antreibt, die ein Teil 54 vorwärts und rückwärts bewegt, auf dem das Schneidwerkzeug 48 montiert ist. Man erkennt aus dem vorstehenden, daß die Systemsteuerung 12 zusammen mit dem Motor 42, der Kupplung 44, dem Temperaturfühler 49, dem Schnittdimensionsfühler 51, und dem Schneidvortriebsmotor 52 verwendet werden kann zum Zweck der Steuerung der Geschwindigkeit der Spindel 46, der Vorschubrate des Schneidwerkzeugs 48, der Kombination der Spindelgeschwindigkeit und der Vorschubrate des Schneidwerkzeugs zur Einhaltung der gewünschten Spitzentemperatur des Schneidwerkzeugs, der Tiefe des Schnitts auf der Oberfläche der Bremsscheibe 41 sowie unter anderem der Oberflächeneigenschaften der Scheibe und der Dicke der bearbeiteten Scheibe. Diese vorstehenden Betriebscharakteristiken, die von dem System 10 auf die Bremsscheibe 41 ausgeübt werden, beruhen auf Systemeingangssignalen, die mit den Regeln in der Wissensbasis 14 gekoppelt sind und von dem im Schlußfolgerungssystem 13 enthaltenen Programm verarbeitet werden, um Schlußfolgerungs-Signale der Ausgänge zu erzeugen, die auf einer Systemanzeige (in Fig. 3 nicht dargestellt) angezeigt oder dazu verwendet werden können, den Motor 42, die Kupplung 44, den Schneiddimensionsfühler 51 oder den Motor 52 zu steuern.

Bezugnehmend auf Fig. 4 ist ein Kfz-Service-Gerätesystem 10 dargestellt, das durch ein Radauswuchtsystem zur Feststellung und Durchführung von Korrekturen für axiale und radiale Unwucht eines kompletten Rades repräsentiert ist, das aus einer Felge 61 und einem Reifen 62 besteht. Das System der Fig. 4 umfaßt, wie die vorstehend beschriebenen Systeme, eine Systemsteuerung 12, die ein Schlußfolgerungssystem 13 und eine Wissensbasis 14 enthält. Die Systemsteuerung steht in Verbindung mit bestimmten peripheren Vorrichtungen 16 einschließlich eines Anzeigegepärs und möglicherweise anderer peripherer Geräte, wie sie unten mit Bezugnahme auf die anderen Figuren der Zeichnung beschrieben werden.

Man kann aus Fig. 4 erkennen, daß die hier dargestellte Radauswuchtvorrichtung eine rotierende Welle 63 enthält, die von einem Motor 64 mittels eines Riemens und einer auf der Welle montierten Riemenscheibe 67 angetrieben wird. An dem Ende der Welle 63 gegenüber dem Ende, auf dem das Rad mit Felge 61 und Reifen 62 montiert ist, ist eine Codierscheibe 68 zur Rotation mit der Welle befestigt, wodurch man mehrere

charakteristische Signale für die Wellenrotation von einem Fühler 69 für Position und Geschwindigkeit der Codierscheibe erhält. Die abgefühlten Codierscheibensignale werden der Systemsteuerung 12 zugeführt, ebenso wie Signale von einem linken Kraftübertrager 71 und einem rechten Kraftübertrager 72, die Ausgangssignale erzeugen, die ein Maß für Größe und Phase der Unwucht in dem auf der Welle 63 umlaufenden Rad sind.

Die Ausgangssignale von dem Einstellungs- und -meßteil der Radauswuchteinrichtung nach Fig. 4 sind kombiniert mit den spezifischen Regeln für Radauswuchteinrichtungen in der Wissensbasis 14 und werden von den in dem Schlußfolgerungssystem 13 enthaltenen Programm verarbeitet, um Schlußfolgerungs-Signale oder Ausgänge zu erzeugen. Die Systemsteuerung enthält eine Datenbasis für Kenngrößen, Eichfaktoren, Algorithmen für die Berechnung von Drehmoment und Unwucht, Algorithmen für die Winkelstellung sowie Geschwindigkeit und Systemdiagnoseregeln. Die Schlußfolgerungs-Signale von der Systemsteuerung 12 werden verwendet, um einem Mechaniker auf der Grundlage der Regeln in der Wissensbasis und der gemessenen Ausgänge des Systems, die der Wissensbasis zugeführt werden, Verfahrensschritte anzuzeigen, oder sie werden verwendet zur Steuerung von Radauswuchtkomponenten innerhalb des Systems, um eine effiziente Verwendung des Systems zu erreichen und die vom Mechaniker verursachten Meß- und Verfahrensfehler auf ein Minimum zu beschränken.

In Fig. 5 sind die Eingangssignale, die Wissensbasis und die Arbeitsweise und Ausgangssignale des Schlußfolgerungssystems für einen Aspekt eines Expertensystems dargestellt, das sich auf Kfz-Radausrichtsysteme, Radauswuchtsysteme oder Fahrzeugbremsen-Drehbanksysteme oder dergleichen bezieht. Eine Betreiberidentifikation ist bei 81 dargestellt, zusammen mit einer Reihe von Messungen 82 im Laufe einer Reihe von Messungsvorgängen des Systems durch den identifizierten Betreiber, und entsprechende Fehler 83, die von den Systemausgangssignalen angegeben werden. Die oben erwähnten drei Eingangssignale werden den Regeln 84 für einen Ausrichter oder einen Auswucher oder einen Bremsendrehbanksystem zugeführt, um festzustellen, ob die Systemmessungen einen für den Betreiber charakteristischen Trend aufweisen. Zeigt sich so ein Trend, erzeugt das Schlußfolgerungs-Signal eine Mitteilung mit dem Ziel, den Trend umzukehren, wenn der Trend unerwünscht ist. Ferner, wenn die Eingangssignale, die mit der Regelbasis gekoppelt sind, zeigen, daß Verfahrensfehler häufig auftreten, wird das Schlußfolgerungs-Signal eine Korrekturmaßnahmenmitteilung erzeugen oder Änderungen des Systemmenüs erzeugen, wenn diese Alternative eine Lösung darstellt. Diese Schlußfolgerungs-Signale werden als im Speicher eingetragene Empfehlungen aufgezeichnet, einem Systembetreiber angezeigt (87) und/oder im Speicher als statistische Daten 88 gespeichert.

Betrachtet man nun Fig. 6, erkennt man einen Eingangsblock 91 bezeichnet mit Schneidwerkzeugtemperatur, zusammen mit einem Eingangsblock 92 bezeichnet mit Motordrehzahl und einem Eingangsblock 93 bezeichnet mit Werkzeugvorschubrate. Das Diagramm der Fig. 6 ist spezifisch für ein Kfz-Service-Gerätesystem 10 mit einer Bremsendrehbank. Ein Regelblock 94 besagt, daß falls die Temperatur des Schneidwerkzeugs größer ist als eine erste Konstante K1 mal dem Verhältnis von Werkzeugvorschubrate und Motordrehzahl, eine Mitteilung erzeugt wird, die den Systembetreiber

veranlaßt, das Schneidwerkzeug auszuwechseln. In diesem Fall hat das Expertensystem den Schluß gezogen, daß eine hohe Schneidwerkzeugtemperatur bei normaler Werkzeugvorschubrate und Motordrehzahl ein stumpfes Schneidwerkzeug anzeigt. Außerdem besagt der Regelblock 94, daß wenn die Temperatur des Werkzeugs größer ist als eine zweite Konstante K2 mal dem Verhältnis von Werkzeugvorschubrate und Motordrehzahl, daß das Schlußfolgerungs-Signal eine Mitteilung erzeugt, die den Systembetreiber informiert, die Werkzeugvorschubrate zu verringern. In diesem Fall hat das Expertensystem den Schluß gezogen, daß, da die Temperatur über normal ist, jedoch nicht außergewöhnlich hoch, die Spitze des Schneidwerkzeugs in annehmbarem Zustand ist, aber daß die hohe Temperatur das Resultat einer höheren als angemessenen Vorschubrate für das Werkzeug ist. Wie in Fig. 6 gezeigt, können die vom Schlußfolgerungs-Signal erzeugten Mitteilungen an ein Anzeigegerät 96, eine Steuerung 97 für die Werkzeugvorschubrate (Pos. 52 von Fig. 3) oder eine Steuerung 98 für die Antriebsmotordrehzahl (Pos. 42 oder 44 von Fig. 3) geführt werden.

Bezugnehmend auf Fig. 7 ist ein Beispiel der Eingangssignale für ein Kfz-Service-Gerätesystem zur Radauswuchtung gezeigt, das Eingänge für die radiale Position 101 der Felge, die axiale Position 102 der Felge und eine Radtypenidentifikation 103 aufweist. Beispiele für Regeln bezüglich eines Radauswuchtsystems sind in Block 104 für die Kombination mit den vorerwähnten Eingangssignalen dargestellt, enthaltend die Annahme, daß, wenn die Variation der radialen Position der Felge über 360° der Umdrehung größer als das radiale Auslaufflimit und die Radtype von einem BMW-Fahrzeug ist, eine Warnungsmittteilung erzeugt wird, die die Verwendung eines angemessenen Montierverfahrens und die Verwendung eines angemessenen Montieradapters vorschreibt. Außerdem stellen die in Fig. 7 beispielsweise dargestellten Regeln sicher, daß, wenn die Variation der axialen Position der Felge während 360° der Umdrehung des Rades größer als das axiale Auslaufflimit und die Felgentype Aluminium ist, eine Mitteilung erzeugt wird, daß möglicherweise eine verbogene Felge vorliegt. Die vorerwähnten Schlußfolgerungs-Mitteilungen der Signale werden an ein Anzeigegerät 106 in Fig. 7 gekoppelt zur Weiterleitung an einen Betreiber des Auswuchtsystems.

Bezugnehmend auf Fig. 8 ist beispielsweise ein Teil eines Expertensystems dargestellt, der sich auf ein Radausrichtsystem bezieht. Ein Eingang 111 bezüglich der derzeitigen Lage des Systems im Betriebsprogramm ist zusammen mit einem Eingang 112 vorgesehen, der sich auf das Ausmaß von Hilfe bezieht, das von dem Expertensystem verlangt wird. Das verlangte Ausmaß von Hilfe bezieht sich darauf, ob der Mechaniker ein Neuling ist, der ein hohes oder fachmännisches Ausmaß von Hilfe verlangt, oder ob der Mechaniker fast selbst ein Experte ist und daher ein geringeres detailliertes Ausmaß von Hilfe benötigt. Zusätzlich ist ein Eingang 113 bezüglich bestehender Fehlerbedingungen verfügbar. Die beispielsweise Regel bezüglich des Kfz-Service-Gerätesystems für die Radausrichtung ist in Fig. 8 im Block 114 dargestellt. Wenn das Programm in der Hauptmenüstellung ist und das Ausmaß von Hilfe eines Experten erforderlich ist, erzeugt das Schlußfolgerungs-Signal eine entsprechende Mitteilung (Mitteilung ABC in Fig. 8) für die Darstellung in einem Anzeigegerät. Das Schlußfolgerungs-Signal wird in Form einer entsprechenden Mitteilung vom Anzeigeblock 116 dargestellt.

Man kann erkennen, daß der Satz von Regeln für jedes der drei Kfz-Service-Gerätesysteme, die hier erwähnt worden sind, zu umfangreich ist, um im einzelnen angeführt zu werden. Für jede diskutierte Type von Kfz-Service-Gerätesystemen sind beispielhafte Regeln angegeben worden, wobei einige Regeln sich auf spezifische Systeme beziehen und andere allgemein genug sind, um auf irgendeines der drei erwähnten Systeme angewendet zu werden. Es sollte festgehalten werden, daß ein Aspekt des auf einem Expertensystem beruhenden Kfz-Service-Gerätesystems wie hier beschrieben die Fähigkeit ist, produktlinienspezifische Trendinformationen über Meßtechniken und Resultate der Betreiber zu liefern, um fachmännischen Rat an einen Mechaniker zu geben, wie verbesserte Techniken und Verfahren erzielt werden können, um das System effizienter zu betreiben. Ferner bezieht sich das hier beschriebene, auf einem Expertensystem beruhende System auf die statistische Aufzeichnung fehlerhafter Verfahren und Messungen aus einem bestimmten zu verwendenden Kfz-Service-Gerätesystem, um hilfreiche Änderungen in den angezeigten Systemverfahren durchzuführen oder um fachmännische Anleitung einem Systembetreiber vorzusehen in bezug auf korrigierende Maßnahmen und im wesentlichen fehlerfreies Betreiben des Systems in der Zukunft.

Patentansprüche

1. Einrichtung zur Bereitstellung fachmännischer Anleitung für einen Mechaniker zum Betreiben eines Kfz-Service-Gerätesystems, das Systemausgangssignale erzeugt, gekennzeichnet durch eine Wissensbasis zur Erstellung von Regeln bezüglich der Arbeitsweise eines spezifischen Kfz-Service-Gerätesystems, ein Schlußfolgerungssystem, das auf der Grundlage der Wissensbasis-Regeln und der System-Ausgangssignale arbeitet und Schlußfolgerungs-Signale bezüglich der Arbeitsweise des spezifischen Kfz-Service-Gerätesystems erzeugt, eine Systemsteuerung, die die Schlußfolgerungs-Signale empfängt, und an die Systemsteuerung angeschlossene Vorrichtungen zur Anzeige von fachmännischen Anleitungsmitteln und Mechaniker-Anweisungen entsprechend den Schlußfolgerungs-Signalen.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch Speicher in Verbindung mit dem Schlußfolgerungssystem zur Speicherung der spezifischen System-Ausgangssignale, und durch Anzeigevorrichtungen zum Empfang der Schlußfolgerungs-Signale und zur Anzeige von spezifischen System-Ausgangstrends.
3. Einrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch Vorrichtungen zur Speicherung der Identität und des Auftretens von Systemverfahrensfehlern, hervorgerufen durch einen Systembetreiber, wobei Korrekturmaßnahmen und Verfahrensänderungen identifiziert und dem Betreiber zur Kenntnis gebracht werden.
4. Einrichtung nach Anspruch 1, wobei das spezifische Kfz-Service-Gerätesystem eine Bremsendrehbank ist, die ein Schneidwerkzeug, einen Antriebsmotor für die Drehbank und Mittel zur Führung des Schneidwerkzeugs über die Oberfläche eines Bremsenteils aufweist, gekennzeichnet durch Mittel zum Abfühlen der Temperatur des Schneid-

werkzeugs und zur Erzeugung eines Temperatursignals für das Schlußfolgerungssystem, wobei das Schlußfolgerungs-Signal die Systemsteuerung veranlaßt, die Geschwindigkeiten des Antriebsmotors und der Mittel zur Führung des Schneidwerkzeugs so zu regeln, daß die Temperatur des Schneidwerkzeugs unter einer vorbestimmten Temperatur bleibt.

5. Einrichtung nach Anspruch 1, wobei das spezifische Kfz-Service-Gerätesystem eine Auswuchteinrichtung ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzeigevorrichtung von Graphik-Steuervorrichtungen abgeleitete Graphiken zeigt, umfassend die Anleitungsmitteln und Bedieneranweisungen einschließlich Experten-Mitteilungen und Anweisungen bezüglich der Anpassung von Felge und Reifen.

6. Einrichtung nach Anspruch 1, wobei das spezifische Kfz-Service-Gerätesystem ein Radausrichter ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Wissensbasis Mittel zur Definition von Regeln hinsichtlich der Einstellung von Rad-Ausrichtwinkeln enthält, wobei die Schlußfolgerungs-Signale sich auf Einstellungsverfahren für Ausrichtwinkel beziehen.

7. Einrichtung nach Anspruch 1, wobei das spezifische Kfz-Service-Gerätesystem eine Auswuchteinrichtung ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Wissensbasis Mittel zur Definition von Regeln hinsichtlich des Auswuchtens des auf die Felge aufgezogenen Reifens enthält, wobei die Schlußfolgerungs-Signale sich auf Auswuchtverfahren beziehen.

8. Einrichtung nach Anspruch 1, wobei das spezifische Kfz-Service-Gerätesystem eine Bremsendrehbank ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Wissensbasis Mittel zur Definition von Regeln hinsichtlich der Bremsenteil-Wiederaufarbeitung enthält, wobei die Schlußfolgerungs-Signale sich auf Bremsen-Wiederaufbereitungsverfahren beziehen.

9. Einrichtung zur Bereitstellung fachmännischer Anleitung und Echtzeitsteuerung für ein Kfz-Service-Gerätesystem zur Messung und Einstellung der Betriebscharakteristiken eines spezifischen Kfz, gekennzeichnet durch eine Wissensbasis zur Erstellung von Regeln bezüglich des Betriebsverhaltens eines spezifischen Kfz-Service-Gerätesystems und der spezifischen Betriebscharakteristiken des Fahrzeugs, ein Schlußfolgerungssystem, das auf der Grundlage der Wissensbasis-Regeln und der gemessenen Betriebscharakteristiken arbeitet, wobei Schlußfolgerungs-Signale mit Bezug auf das spezifische Kfz-Geräte-System und die Betriebscharakteristiken des spezifischen Kfz erzeugt werden, eine Systemsteuerung, verbunden mit dem spezifischen Kfz-Service-Gerätesystem, die die Schlußfolgerungs-Signale empfängt, und eine an die Systemsteuerung angeschlossene Vorrichtung zur Erzielung der Echtzeitsteuerung der Einstellung der Betriebscharakteristiken entsprechend den Schlußfolgerungs-Signalen.

10. Einrichtung nach Anspruch 9, wobei das spezifische Kfz-Service-Gerätesystem ein Rad-Ausrichter ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Wissensbasis Mittel zur Definition von Regeln hinsichtlich der Einstellung der Ausrichtwinkel der Fahrzeugräder enthält, wobei die Schlußfolgerungs-Signale sich auf Verfahren zum wirksamen Einstellen des Ausrichtwinkels und zur Vermeidung von Fehlern beziehen.

11. Einrichtung nach Anspruch 9, wobei das spezifische Kfz-Service-Gerätesystem eine Auswuchteinrichtung für auf die Felge aufgezogene Reifen ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Wissensbasis Mittel zur Definition von Regeln enthält, die sich auf das Auswuchten der auf die Felge aufgezogenen Räder beziehen, wobei die Schlußfolgerungs-Signale sich auf Verfahren zum wirksamen Auswuchten und zur Vermeidung von Fehlern beziehen. 5
12. Einrichtung nach Anspruch 9, wobei das spezifische Kfz-Service-Gerätesystem eine Fahrzeugbremsen-Drehbank ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Wissensbasis Mittel zur Definition von Regeln enthält, die sich auf die Wiederaufarbeitung von Bremsenteilen beziehen, wobei die Schlußfolgerungs-Signale sich auf wirksame Verfahren der Wiederaufarbeitung von Bremsenteilen und zur Vermeidung von Fehlern beziehen. 10 15
13. Einrichtung zur Verwendung in einem Kfz-Service-Gerätesystem, das von Mechanikern verschiedener Fertigungsgrade, gegebenenfalls von Mechanikern geringer Fertigkeit, fehlerhaft betrieben wird, gekennzeichnet durch eine Wissensbasis zur Erstellung von Regeln bezüglich des fachmännischen Betriebes eines spezifischen Kfz-Service-Geräte-Systems welches System-Ausgangssignale erzeugt, 20 25
- ein Schlußfolgerungssystem, das auf der Grundlage der Wissensbasis-Regeln und der System-Ausgangssignale arbeitet, so daß Schlußfolgerungs-Signale erzeugt werden, die sich auf die Arbeitsweise des spezifischen Kfz-Service-Gerätesystems beziehen, 30
- eine Systemsteuerung in dem spezifischen Kfz-Service-Gerätesystem, die so angeschlossen ist, daß sie die Schlußfolgerungs-Signale empfängt, und an die Systemsteuerung angeschlossene Vorrichtungen zur Anzeige von Anleitungsmittelungen und Mechanikeranweisungen, um effizienten Betrieb des spezifischen Kfz-Service-Gerätesystems zu erreichen und Verfahrensfehler beim Betreiben des Systems für im wesentlichen alle Grade der Fertigkeit der Betreiber auf ein Minimum zu reduzieren. 35 40
14. Einrichtung nach Anspruch 13 mit Vorrichtungen zur Speicherung der Identität und des Auftretens von Verfahrensfehlern beim Betreiben des Systems sowie zur Erstellung von diesbezüglichen Statistiken, wobei die Anzeigevorrichtungen Mittel zum Empfang der Schlußfolgerungs-Signale und der Statistiken der Verfahrensfehler, sowie zur Anzeige der Korrekturmaßnahmen und der darauf basierenden Änderungen der Betriebsverfahren enthält. 45 50
15. Einrichtung nach Anspruch 13, gekennzeichnet durch Mittel zur Speicherung der System-Ausgangssignale, die dem Schlußfolgerungssystem zugeführt werden, wobei die Anzeigevorrichtungen Mittel zum Empfang der Schlußfolgerungs-Signale und zur Anzeige spezifischer Trends der System-Ausgangssignale aufweisen. 55 60

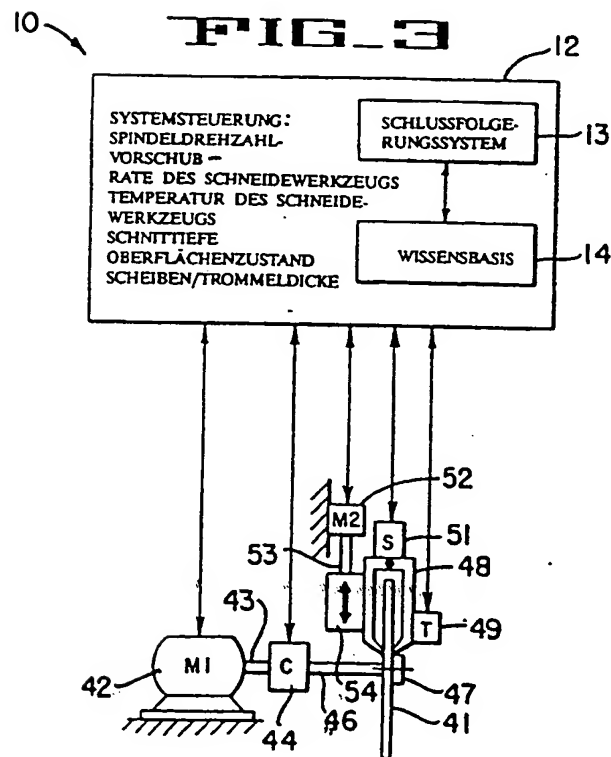
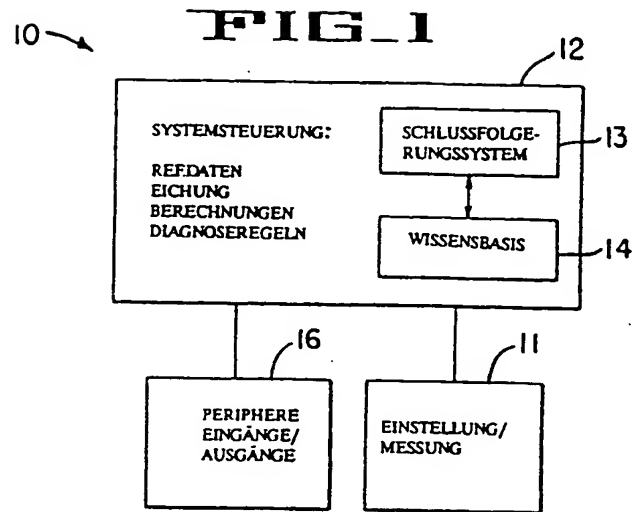
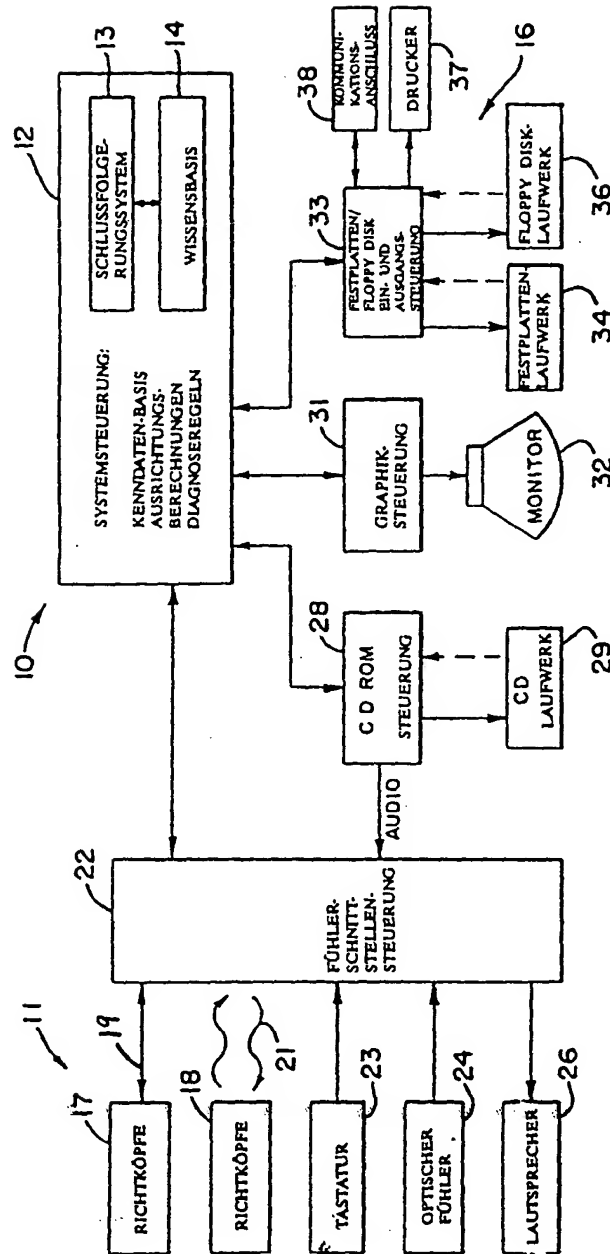


FIG. 2



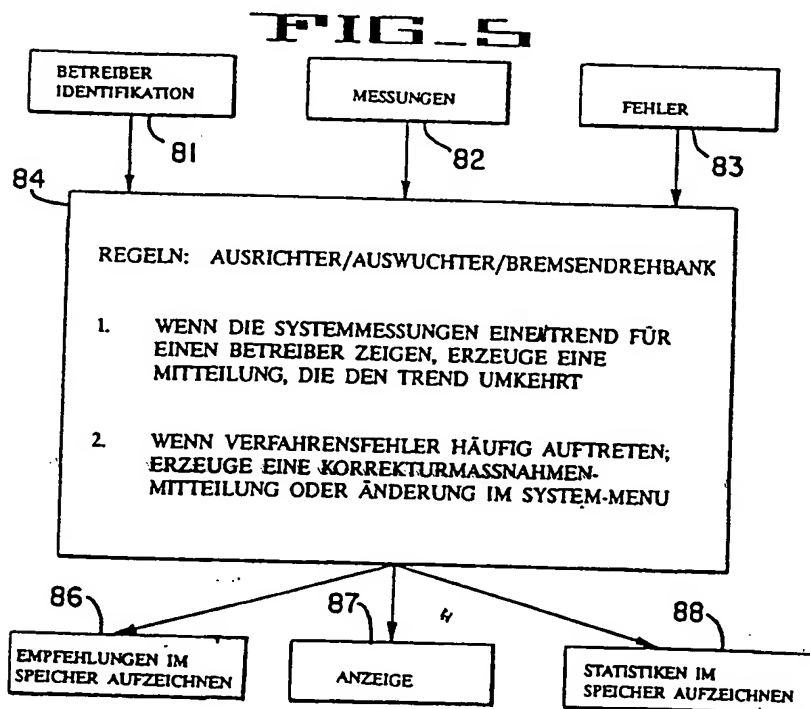
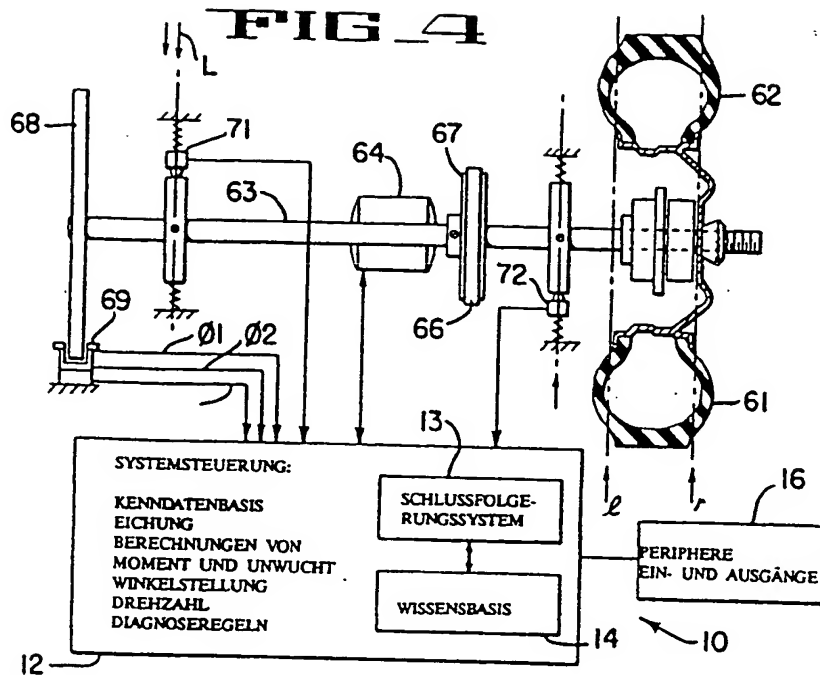
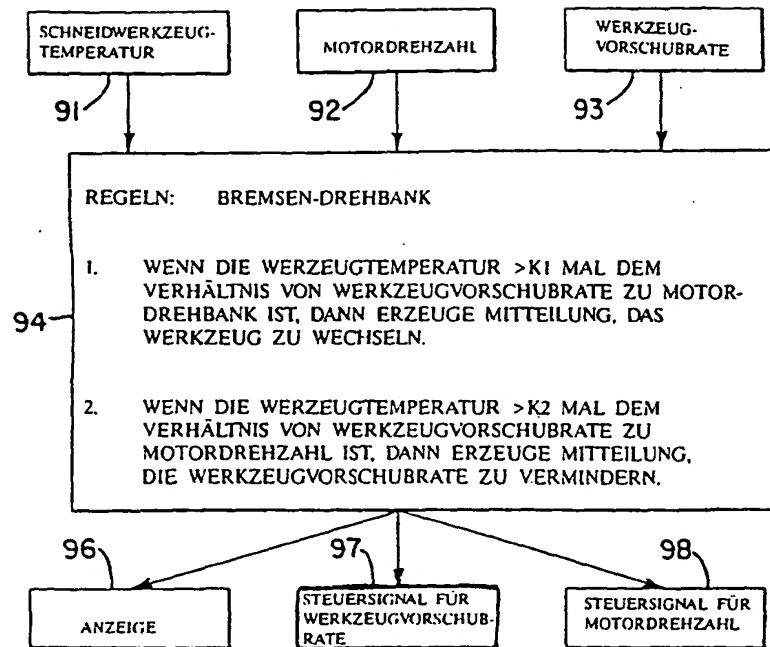
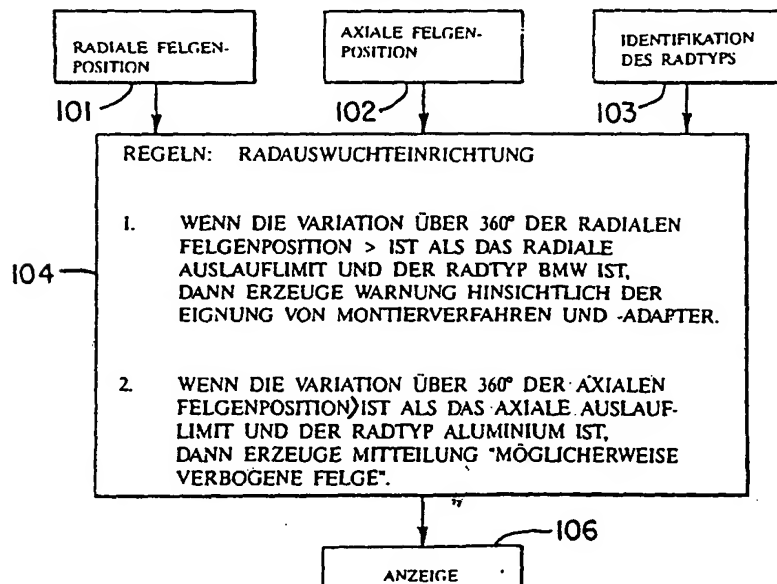


FIG. 6**FIG. 7**

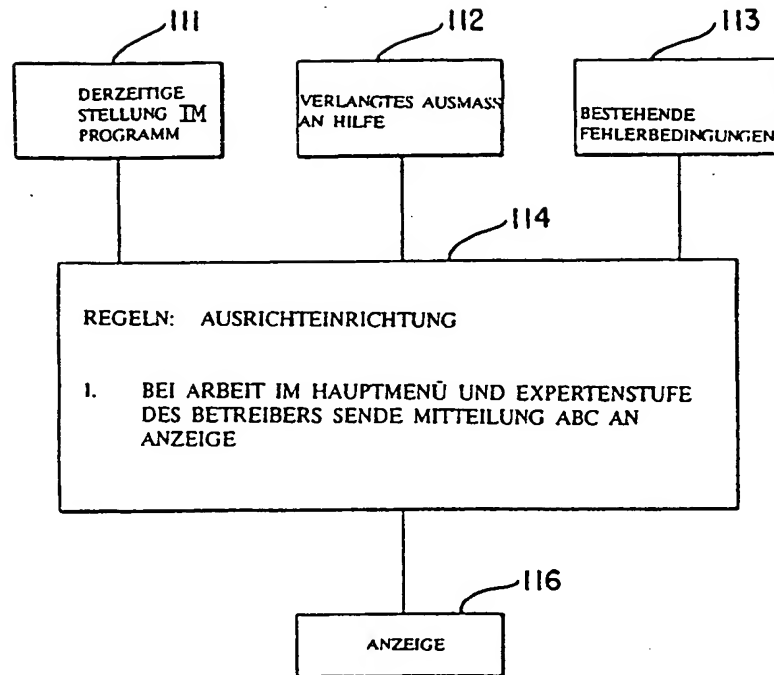


FIG. 8